

20. Baranov V., Ewert U., Redmer B. Reconstruction of cracks on the basis of group-theoretical algorithms of situational recognition // Book of abstract to 3-d international scientific conference «Computer Methods and Inverse Problems in NDT and Diagnostics» (CM NDT – 2001). – Moscow, 2002. – P. 39–40.
21. Hough P.V., Method and Means for Recognizing Complex Patterns // U.S. Patent 3069654, December 18, 1962. 51.
22. Radon J., Uber die Bestimmung von Functionen durch ihre integralwerte langs gewisser Mannigfaltigkeiten // Leipzig: Ber. Verh. Sachs. Acad. Wiss., 1917.
23. Пикалов В.В., Мельникова Т.С., Томография плазмы (В серии «Низкотемпературная плазма», 13), Новосибирск, «Наука», 1995.

УДК 53.082.2+681.26.751

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УТЕЧЕК НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ

*Ю.В. Царенко, В.П. Бобров, С.Н. Телепнев
ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»
210023, г. Витебск, пр-т Людникова, 13
тел. +375-212-261182, E-mail: labpt@vitebsk.by*

Разработаны новые устройства для измерения массы нефтепродуктов в вертикальных цилиндрических резервуарах. В качестве параметра, по которому судят о наличие утечек в резервуарах, предлагается использовать изменение массы контролируемого продукта с течением времени. Для анализа полученных результатов измерений, диагностики наличия и величины утечки используется специальное программное обеспечение.

В нефтехимической промышленности и энергетике одной из важнейших задач является обеспечение учета и контроля за нефтепродуктами. Постоянный контроль, регулирование и учет этих параметров дает возможность воздействовать на ход процесса, повышает эффективность производства и снижает их себестоимость, а также значительно снижает вероятность экологических катастроф.

Оперативное определение утечек из хранилищ нефтепродуктов является весьма важной как экологической, так и экономической задачей, поскольку ущерб от подобных аварий исчисляется порой значительными средствами. Стальные резервуары представляют собой сварную конструкцию высотой до 20 м и диаметром до 50 м. Особенно это важно для подземных или засыпанных грунтом резервуаров, где невозможен визуальный контроль при утечках в случае трещин в стенках, а также весьма затруднен доступ, контроль и обслуживание дна резервуара.

Существующие методы контроля за утечками топлива из цилиндрических резервуаров являются трудоемкими и имеют, как правило, невысокую точность измерения.

Деформация резервуара под воздействием температуры, внутреннего давления и веса, находящегося внутри продукта, приводит к смещению реперных точек и, как следствие, к большой фактической погрешности в определении уровня жидкости объемно-массовым методом.

Условия хранения отдельных нефтепродуктов в резервуарах, например, мазута существенно отличаются от условий хранения других нефтепродуктов. В реальных ус-

ловиях важным физическим процессом, определяющим тепловой режим мазута в резервуаре, является гравитационная конвекция. Она приводит к появлению вертикального температурного расслоения, обусловленного тем, что прогретая часть мазута и, следовательно, более легкая перемещается в верхнюю часть резервуара. Таким образом, в резервуаре всегда присутствует некоторое распределение плотности мазута по высоте, которое невозможно полностью учесть при проведении измерений с использованием уровнемеров, в том числе и высокоточных.

Нами разработана автоматизированная система контроля параметров нефтепродуктов в резервуарных парках с использованием интеллектуальных высокоточных датчиков давления. Максимальное использование информации, поступающей по протоколу HART, обеспечивается специализированным программным обеспечением. Модульная структура этого программного обеспечения позволяет просто и легко его наращивать и расширять под нужды конкретного резервуарного парка предприятия. При этом обеспечивается возможность передачи данных в информационную базу, которая доступна для других задач и пользователей.

Автоматизированная система содержит устройство релейной сигнализации. Система сигнализации предназначена для оповещения операторов парка о заполнении резервуаров до предельных (опасного, аварийного) уровней и максимальной температуре нагрева мазута. Система управляет звуковыми и световыми сигналами при достижении продуктом заданного уровня и температуры. Значения уставок задаются оператором в меню программы на ПЭВМ и защищены паролем.

В качестве датчиков давления были использованы преобразователи измерительные давления типа с пределом основной допустимой погрешности 0,05–0,1 %. Последующая обработка выходного сигнала осуществляется универсальным измерительным контроллером ЦР 9006. Расчет массы мазута выполняется контроллером по программе, учитывающей данные градуировочной таблицы резервуара.

Схемные решения [1] реализации автоматизированной системы определения массы и контроля за утечками продукта представлены на рис. 1 и рис. 2.

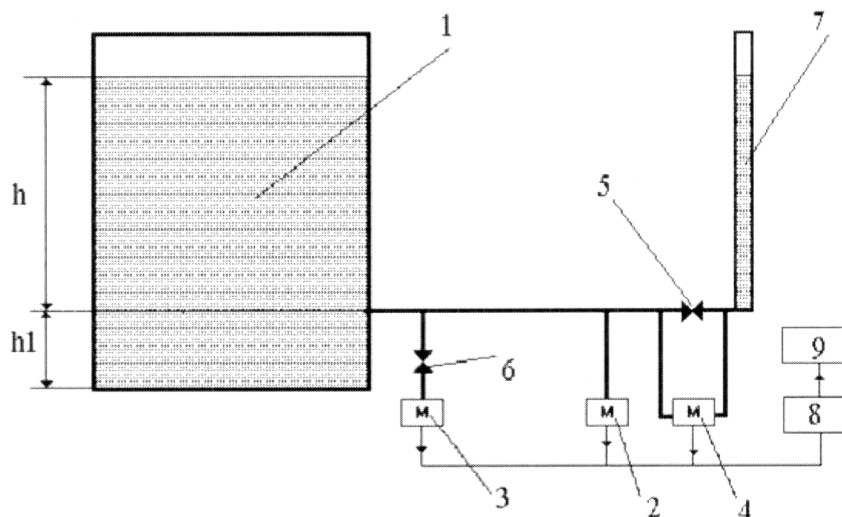


Рис. 1. Схема устройства для контроля утечек продукта из резервуара:
 1 – цилиндрический резервуар; 2, 3 и 4 – измерительные преобразователи давления, установленные на высоте $h1$; 5 и 6 – клапаны; 7 – вертикальная труба, соединенная с резервуаром на высоте $h1$; 8 – программируемый контроллер;
 9 – ПЭВМ; h – высота максимального налива мазута относительно уровня мертвого остатка; $h1$ – высота мертвой полости

Устройство функционирует следующим образом. Вертикальная труба 7 соединена с резервуаром 1 по принципу «сообщающихся сосудов». При открытом клапане 5 уровни нефтепродукта в резервуаре 1 и трубе 7 одинаковы. При оперативном контроле утечки мазута (клапан 5 закрыт) дифференциальным манометром 4 фиксируется разница давлений, создаваемых столбами жидкости в трубе и резервуаре.

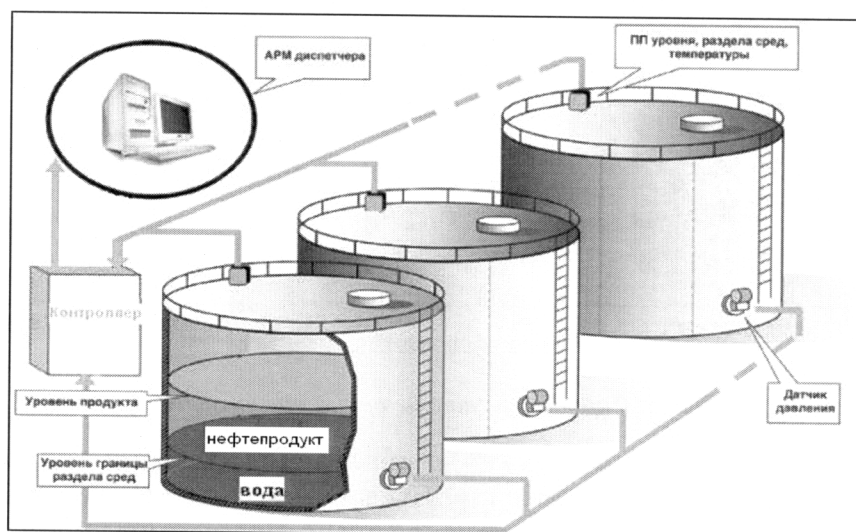


Рис. 2. Схемное решение учета нефтепродуктов в вертикальных цилиндрических резервуарах

Измерительная система состоит из: универсального программируемого измерительного преобразователя с функциями контроллера; первичных датчиков давления (могут использоваться погружные зонды); датчиков температуры; коммуникационных устройств; ПЭВМ.

Автоматизированная система измерения массы нефтепродуктов обеспечивает следующие характеристики:

- измерение массы в резервуарах вместимостью до 40 000 т;
- количество контролируемых резервуаров до 30 шт.;
- возможность оперативного контроля прихода и расхода;
- относительная погрешность измерения массы не более 0,4 %;
- возможность контроля температуры продукта в 3 точках емкости;
- абсолютная погрешность измерения температуры $\pm 0,5$ °С;
- передачу результатов измерений на сервер данных предприятия;
- статистический учет, хранение и воспроизведение результатов измерений в режиме защиты от несанкционированного доступа в течение не менее 60 месяцев;
- сигнализацию по уровню наполнения и максимальной температуре продукта.

Для вычисления массы использована величина избыточного давления создаваемого столбом мазута в резервуаре.

Суммарная погрешность определения массы нефтепродукта при использовании контроллера ЦР 9006 не превышала 0,4 %. Информация об измеряемых величинах отображается на жидкокристаллическом индикаторе контроллера и передается на ПЭВМ по протоколу MODBUS. Вычисление параметров мазута и архивация данных производится на ПЭВМ [2]. Одним из преимуществ системы является автоматическая дистанционная калибровка и настройка, а также диагностика линии связи.

Для конфигурирования датчиков системы, сбора информации и расчета параметров нефтепродукта нами разработана специальная компьютерная программа. Скриншот главного окна программы представлен на рис. 3.

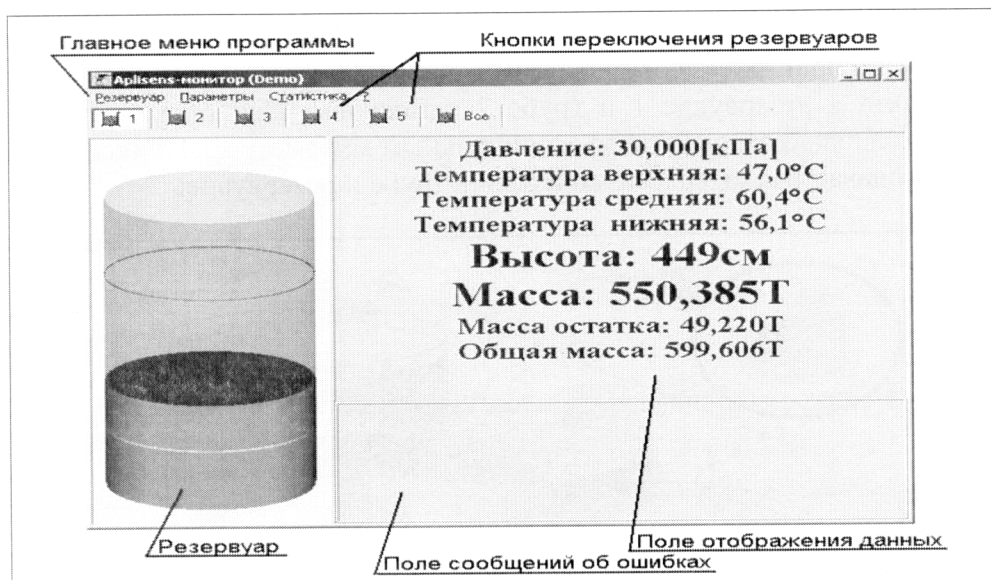


Рис. 3. Скриншот главного окна программы

В окне подробной статистики (рис. 4) отображаются архивные данные в виде графика, а также в табличном представлении. Предусмотрена возможность выбора параметра отображения и масштаба выборки по времени. Программное обеспечение обеспечивает архивацию следующих параметров:

- значение массы продукта;
- значение массы «мертвого» остатка;
- значение уровня;
- значение температуры по каждому из каналов.

Периодичность архивации данных задается пользователем от 1 до 60 минут, глубина архивации данных составляет 60 месяцев.

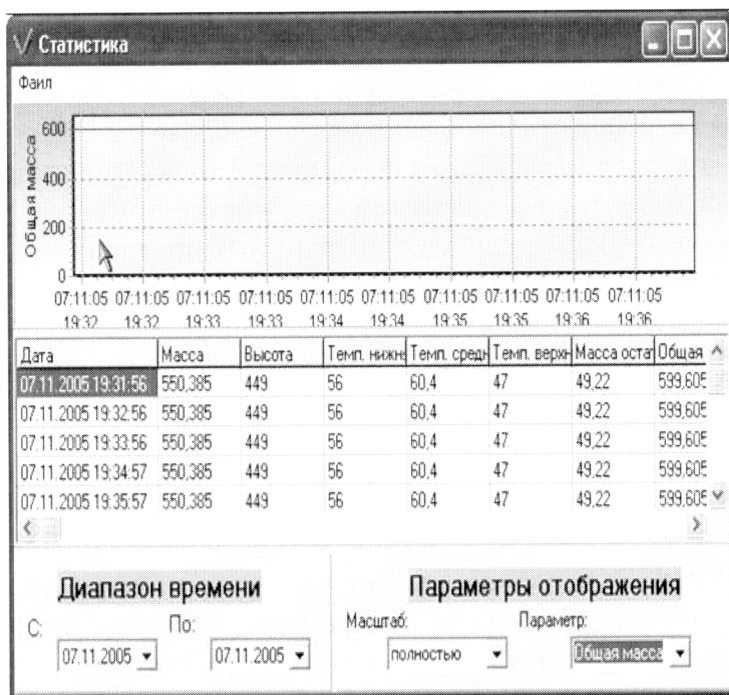


Рис. 4. Окно подробной статистики архивных данных программы

Программное обеспечение позволяет представлять полученные данные в Microsoft Office Excel (рис. 5), что удобно для их дальнейшей обработки.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Дата	Масса	Высота	Темп. ниж	Темп. сре	Темп. вер	Темп. нар	Масса остатка	Общая масса
2	19.02.2005 13:15:08	366,62	337	50,2	43	25,7	0	49,403	415,465
3	19.02.2005 13:16:09	366,62	337	50,2	43	25,7	0	49,403	415,465
4	19.02.2005 13:17:09	366,62	337	50,2	43	25,7	0	49,403	415,465
5	19.02.2005 13:18:09	366,62	337	50,2	43	25,7	0	49,403	415,465
6	19.02.2005 13:19:10	366,62	337	50,2	43	25,7	0	49,403	415,465
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									

Рис. 5. Форма представления результатов измерений в Microsoft Excel

Измерительная система предусматривает возможность непосредственной передачи и обработка данных на ПЭВМ с использованием протокола HART и интеллектуальных датчиков давления и температуры. В этом случае измерительная система может работать без промежуточного контроллера.

Автоматизированная система обладает большими возможностями, чем предполагает традиционная система измерения уровня мазута. Рассчитываемые ПЭВМ параметры могут быть использованы для оперативных целей, таких как мониторинг отпуска готовой продукции и управление сигнализацией. Например, система способна сигнализировать о потенциальной утечке продукта из резервуара, основываясь на величинах мертвого диапазона массы в резервуаре. Также, в потенциале можно избежать нежелательного смешивания разных (возможно, дорогих) продуктов, поскольку автоматизированная система может определять и сигнализировать о ненормальных вариациях плотности продукта.

Кроме теплоэнергетики данная автоматизированная система может быть использована в нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности.

Список литературы

1. Пат. 6351 (BY). МПК G01N27/00. Устройство контроля массы жидкости в цилиндрических емкостях / Царенко Ю.В., Клубович В.В., Бобров В.П., Телепнев С.Н., Ходунов М.Г.; заявл. 11.28.2000; опубл. 30.06.2002; Бюл. № 2.
2. Яковлев Г.В., Царенко Ю.В., Ходунов М.Г., Бобров В.П., Телепнев С.Н. Система автоматизированного учета мазута в вертикальных цилиндрических резервуарах // Известия вузов СНГ. Сер. Энергетика. – 2003. – № 4. – С. 42–46.